

⑬ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑪ **DE 3400835 A1**

⑤ Int. Cl. 4:  
**F01D 5/02**

⑳ Aktenzeichen: P 34 00 835.7  
㉑ Anmeldetag: 12. 1. 84  
㉒ Offenlegungstag: 18. 7. 85

DE 3400835 A1

㉑ Anmelder:  
Klöckner-Humboldt-Deutz AG, 5000 Köln, DE

㉒ Erfinder:  
Domas, Bernd, Dr., 6393 Wehrheim, DE

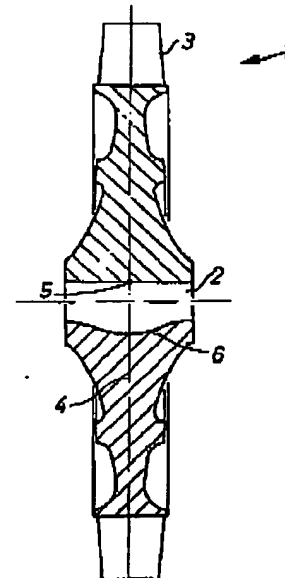
㉓ Recherchenergebnisse nach § 43 Abs. 1 PatG:

DE-PS 4 23 465  
DE-PS 2 13 421

Behördenangaben

㉔ Laufrad für Turbomaschinen

Es wird ein Laufrad (1) für Turbomaschinen, insbesondere ein Turbinen- oder Verdichterlandrad für Gasturbinen oder Abgasturbo-lader, mit einer zentrisch angeordneten Nabenbohrung (2) vorgeschlagen, bei dem die Bohrung (2) in einem Bereich erhöhter Bauteilbeanspruchung eine Ausnehmung (6) aufweist. Hierdurch können insbesondere die bei Laufrädern mit in radialer Richtung abnehmender Querschnittsstruktur im Betrieb auftretenden unterschiedlichen lokalen Beanspruchungen der Nabenbohrung (2) vergleichmäßig werden, was zu einer Erhöhung der Lebensdauer auch bei höheren Betriebsdrehzahlen führt.



DE 3400835 A1

**KH**

3400835

5000 Köln 80, den 9. Jan. 1984  
D 84/02 AE-ZPB P/BPatentansprüche

1. Laufrad (1) für Turbomaschinen, insbesondere Turbinen- oder Verdichterlaufrad für Gasturbinen oder Abgasturbo-  
lader, mit einer zentrisch angeordneten Nabenbohrung (2),  
dadurch gekennzeichnet, daß die Nabenbohrung (2) in einem  
05 Bereich erhöhter Bauteilbeanspruchung (4, 5, 8) eine Aus-  
nehmung (6) aufweist.
2. Laufrad (1) für Turbomaschinen nach Anspruch 1, da-  
durch gekennzeichnet, daß die Ausnehmung (6) ein kurven-  
10 förmiges Querschnittsprofil aufweist, wobei der Kurvenver-  
lauf im wesentlichen den lokalen Bauteilbeanspruchungen  
des Bohrungsbereiches angepaßt ist.

AKHD

3400835

5000 Köln 80, den 9. Jan. 1984  
D 84/02 AE-ZPB P/B

- 2 -

Laufrad für Turbomaschinen

Die Erfindung bezieht sich auf ein Laufrad für Turbomaschinen, insbesondere auf ein Turbinen- oder Verdichterslaufrad für Gasturbinen oder Abgasturbolader, mit einer zentrisch angeordneten Nabenbohrung. Die zentrisch angeordnete Nabenbohrung dient beispielsweise zur Hindurchführung von Zugankern zur Halterung eines Rotorverbandes eines Gasturbinentriebwerks.

Laufräder von Turbomaschinen sind im Betrieb aufgrund der sehr hohen Umfangsgeschwindigkeiten erheblichen Belastungen insbesondere im Bereich der Nabenbohrung ausgesetzt. Üblicherweise ist daher der Nabenbereich des Laufrades wesentlich breiter ausgebildet als die sich daran anschließenden radialen Bereiche des Laufrades, um insbesondere Fliehkräftebeanspruchungen standhalten zu können.

Aufgrund der unterschiedlichen radialen Querschnittsstruktur des Laufrades ist allerdings der Umgebungsbereich der Bohrung unterschiedlichen Beanspruchungen ausgesetzt. Dies führt z. B. zu ungleichmäßigen Spannungsverteilungen mit einem Spannungsmaximum an einer bestimmten Stelle der Bohrung. Bei symmetrisch gestalteten Laufrädern mit einem sich in radialer Richtung verjüngendem Querschnittsprofil ist beispielsweise die Bohrung im Bereich der Symmetrieebene des Laufrades am höchsten beansprucht, so daß der

KHI

- 3 -

3400835  
09.01.1984  
D 84/02

Nabenbereich im Hinblick auf dieses Belastungsmaximum aus-  
zulegen ist bzw. die Betriebsdrehzahl des Laufrades durch  
das Belastungsmaximum begrenzt ist.

- 05 Es ist somit Aufgabe der vorliegenden Erfindung, diese  
Nachteile zu verringern und ein Laufrad der eingangs ge-  
nannten Art dahingehend zu verbessern, daß auch bei hohen  
Umfangsgeschwindigkeiten die hierbei auftretenden ungün-  
stigen Bauteilbeanspruchungen in der Nabenbohrung verrin-  
10 gert werden. Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch  
gelöst, daß die Bohrung in einem Bereich erhöhter Festig-  
keitsbeanspruchung eine Ausnehmung aufweist. Mit Hilfe  
einer derart gestalteten Bohrung können die im Betrieb des  
Laufrades auftretenden Spannungsmaxima verringert werden,  
15 in dem der Traganteil der außenliegenden Nabenbereiche er-  
höht wird, was zu einer Vergleichmäßigung der im Bohrungs-  
bereich längs der Drehachse des Laufrades auftretenden Be-  
anspruchungen führt. Somit kann ein erfindungsgemäß ge-  
staltetes Laufrad höhere Betriebsdrehzahlen ertragen oder  
20 aufgrund niedrigerer Spannungsmaxima eine längere Lebens-  
dauer erreichen.

- Die Ausnehmung sollte vorzugsweise ein kurvenförmiges  
Querschnittsprofil aufweisen, wobei der Kurvenverlauf im  
25 wesentlichen den lokalen Bauteilbeanspruchungen des Boh-  
rungsbereiches angepaßt ist, so daß im gesamten Bohrungs-  
bereich eine im wesentlichen gleichmäßige Beanspruchung  
auftritt. Hierbei kann der Kurvenverlauf rechnerisch z. B.  
mit Hilfe der Finite-Elemente-Methode (FEM) iterativ er-  
30 stellt werden, wobei als Berechnungsparameter charakteri-  
stische Betriebskennwerte der jeweiligen Einsatzbedingun-  
gen herangezogen werden. Bei der zum Erstellen der Span-  
nungsverteilung bekannten Finite-Elemente-Methode können

AKNO

3400835

- 4 -

09.01.1984  
D 84/02

so z. B. die Betriebsdrehzahl des Laufrades, der radiale Temperaturgradient  $dT/dr$ , der axiale Temperaturgradient  $dT/dx$  und andere axiale Beanspruchungen herangezogen werden.

05

Aufbau und Funktionseigenschaften der Erfindung werden nun anhand der beiliegenden schematischen Zeichnungen von zwei Ausführungsbeispielen näher beschrieben. In den Zeichnungen sind nur die zum unmittelbaren Verständnis der Erfindung notwendigen Elemente des Laufrades dargestellt. Es zeigen:

10

15

Fig. 1 ein Ausführungsbeispiel der Erfindung in einer Schnittdarstellung, bei dem das Laufrad symmetrisch gestaltet ist;

Fig. 2 ein Ausführungsbeispiel der Erfindung in einer Schnittdarstellung, bei dem das Laufrad unsymmetrisch gestaltet ist.

20

25

30

In der zeichnerischen Darstellung nach den Fig. 1 und 2 sind grundsätzlich gleichwirkende Teile mit gleichen Bezugsziffern versehen. Das erfindungsgemäß gestaltete Laufrad 1 nach Fig. 1 ist symmetrisch gestaltet, wobei sich das Laufrad 1 von einer Nabenbohrung 2 in radialer Richtung zu den Schaufeln 3 verjüngt, so daß bei einer ausschließlich zylindrisch gestalteten Bohrung (durch obere gerade Linie angedeutet) aufgrund der Fliehkraft in einem in der Symmetrieebene 4 gelegenen Punkt 5 die maximale Bauteilbeanspruchung auftritt. Um die Bauteilbeanspruchungen der verschiedenen axialen Bereiche der Bohrung 2 zu nivellieren, ist erfindungsgemäß im höher beanspruchten Nabenbereich die Ausnehmung 6 vorgesehen. Die Ausnehmung 6 ist kurvenförmig gestaltet, wobei der

KH

3400835

- 5 -

09.01.1984  
D 84/02

Kurvenverlauf in Abhängigkeit charakteristischer Betriebs-  
kenngrößen mit Hilfe der Finite-Elemente-Methode (FEM) op-  
timiert und festgelegt wird. Wie ersichtlich hat die Kurve  
6 in der Symmetrieebene 4 ihr Maximum, also an der Stelle  
05 der maximalen Bauteilbeanspruchung. Die Ausnehmung 6 ist  
bei Laufrädern mit radial identischer Struktur üblicher-  
weise in der Nabenbohrung umlaufend vorgesehen. Soweit es  
z. B. die Abmessungen bzw. die Struktur des Laufrades  
erforderlich machen, ist es durchaus möglich, z. B.  
10 mehrere Ausnehmungssegmente entsprechend der ermittelten  
Erfordernisse vorzusehen.

Fig. 2 zeigt in einer Schnittdarstellung ein Verdichter-  
laufrad. Aufgrund der unsymmetrischen Gestaltung des Lauf-  
rades ist hier der Bereich der erhöhten Bauteilbeanspru-  
15 chung im Gegensatz zu dem symmetrisch gestalteten Laufrad  
nach Fig. 1 in den Bereich der größeren Außendurchmesser  
des Laufrades verschoben. Die maximale Beanspruchung der  
Bohrung 2 ist hier in einem Punkt 5 in einer Ebene 8 zu  
20 finden. Das kurvenförmige Querschnittsprofil der Ausneh-  
mung 6 ist wiederum mit Hilfe einer geeigneten Rechen-  
methode (z. B. FEM) festgelegt und weist aufgrund der un-  
terschiedlichen Gestaltung des Laufrades auch eine andere  
Form als die Ausnehmung 6 des Ausführungsbeispiels nach  
25 Fig. 1 auf.

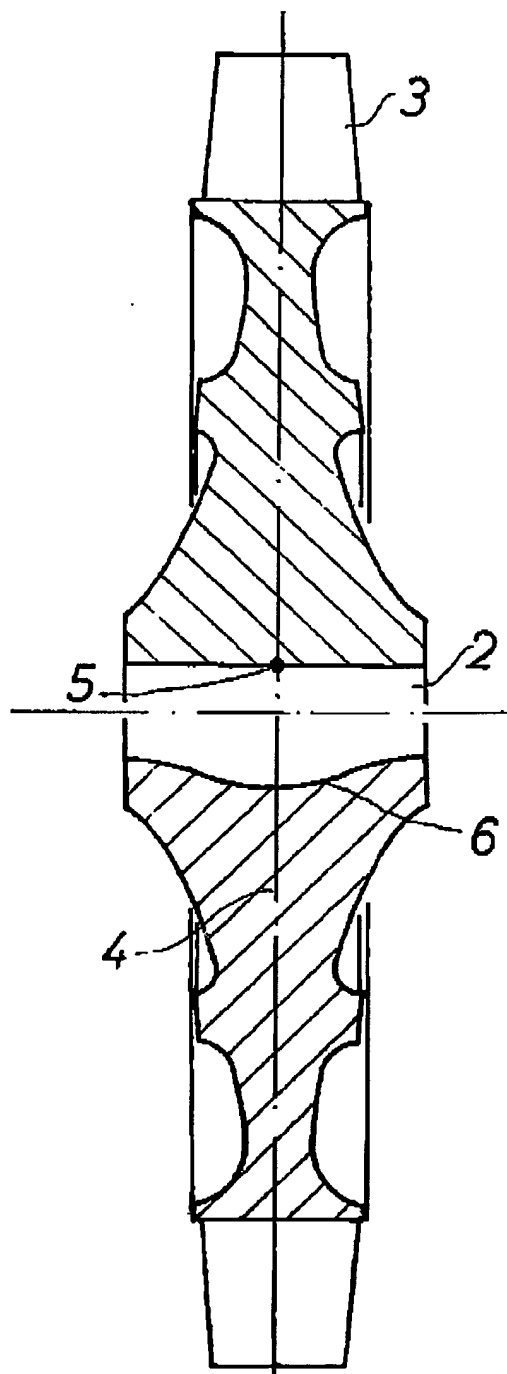
12-01-85

- 7 -

Nummer:  
Int. Cl. 3:  
Anmeldetag:  
Offenlegungstag:

24 00 635  
F 01 D 5/02  
12. Januar 1984  
18. Juli 1985

Fig. 1



KHD

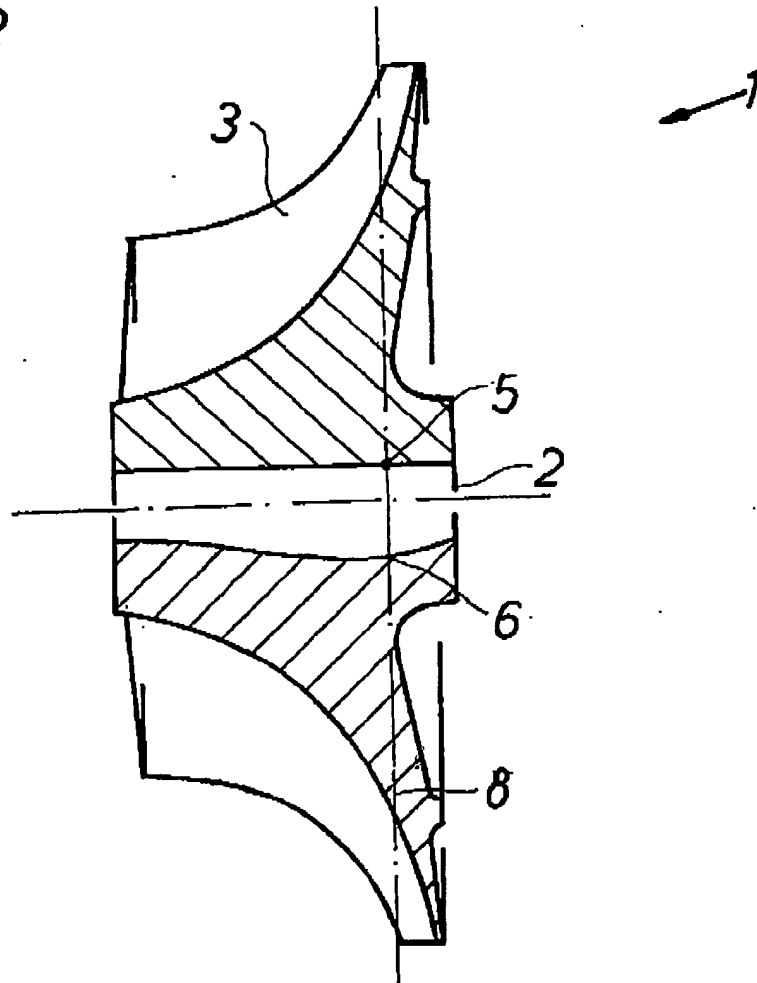
D 84/02

10-01-04

3400835

-6-

Fig. 2



KHD

D 84 / 02